

## 明細書

## フォトレジスト用樹脂及びフォトレジスト用樹脂組成物

## 5 技術分野

本発明は半導体の微細加工などに用いるフォトレジスト用樹脂組成物を調製する上で有用なフォトレジスト用樹脂、及び該フォトレジスト用樹脂から得られるフォトレジスト用樹脂組成物とその製造法に関する。

## 10 背景技術

半導体製造工程で用いられるポジ型フォトレジストは、光照射により照射部がアルカリ可溶性に変化する性質、シリコンウエハーへの密着性、プラズマエッチング耐性、用いる光に対する透明性等の特性を兼ね備えていなくてはならない。該ポジ型フォトレジストは、一般に、主剤であるポリマーと、光酸化剤と、上記特性を調整するための数種の添加剤を含む溶液として用いられる。一方、半導体の製造に用いられるリソグラフィの露光光源は、年々短波長になってきており、次世代の露光光源として、波長 193 nm の ArF エキシマレーザーが有望視されている。この ArF エキシマレーザー露光機に用いられるレジスト用ポリマーとして、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位と極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位とを含むポリマーが種々提案されている（例えば、特開 2000-26446 号公報、特開平 9-73137 号公報等）。

これらのポリマーは、通常、モノマー混合物を重合した後、重合溶液を沈殿操作に付すことにより単離されている。しかし、こうして得られるポリマーをレジスト用溶剤に溶解させようとすると大部分は溶解する

ものの、一部不溶分（濁り）が存在する。この不溶分は半導体の製造工程においてトラブルの原因となるため、濾過により除去する必要があるが、粒子が細かいため濾過に多大の時間と労力を要する。

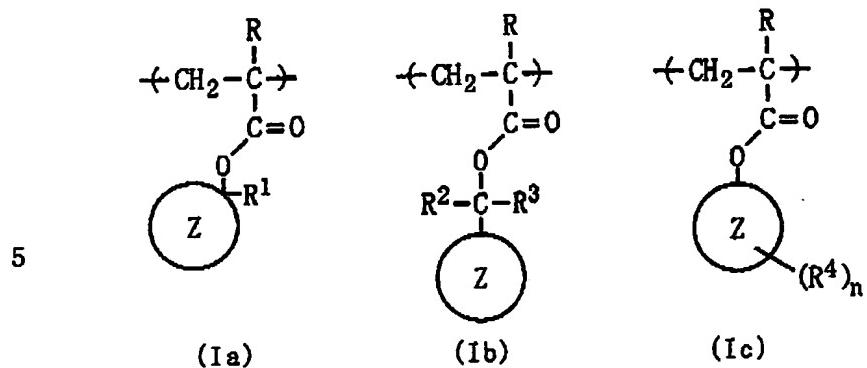
## 5 発明の開示

従って、本発明の目的は、レジスト用溶剤に極めて溶解しやすいフォトトレジスト用樹脂、及び該樹脂を溶解させたフォトトレジスト用樹脂組成物とその製造法を提供することにある。

本発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討した結果、(i) Atr F用のフォトトレジスト用樹脂を滴下重合法により合成し沈殿精製すると、分子量分布が比較的狭く重量平均分子量が3000～15000の範囲にあるポリマーが得られるが、このようなポリマーであってもレジスト用溶剤に溶解させると濁り（不溶分）を生じること、(ii) 滴下重合の際、单量体溶液と重合開始剤溶液とを別々の容器から滴下すると、特定分子量（4万）を超えるポリマーの含有率を大幅に低減できること、及び(iii) このようにして得られる特定分子量（4万）を超えるポリマーの含有率が特定値（4重量%）以下である樹脂は、レジスト用溶剤に容易に溶解し、濁りを生じないを見出した。本発明はこれらの知見に基づいて完成されたものである。

すなわち、本発明は、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aと、極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位Bとを少なくとも含有するフォトトレジスト用樹脂であって、重量平均分子量が3000～15000の範囲であり、且つ分子量4000を超えるポリマーの含有率が4重量%以下であることを特徴とするフォトトレジスト用樹脂を提供する。

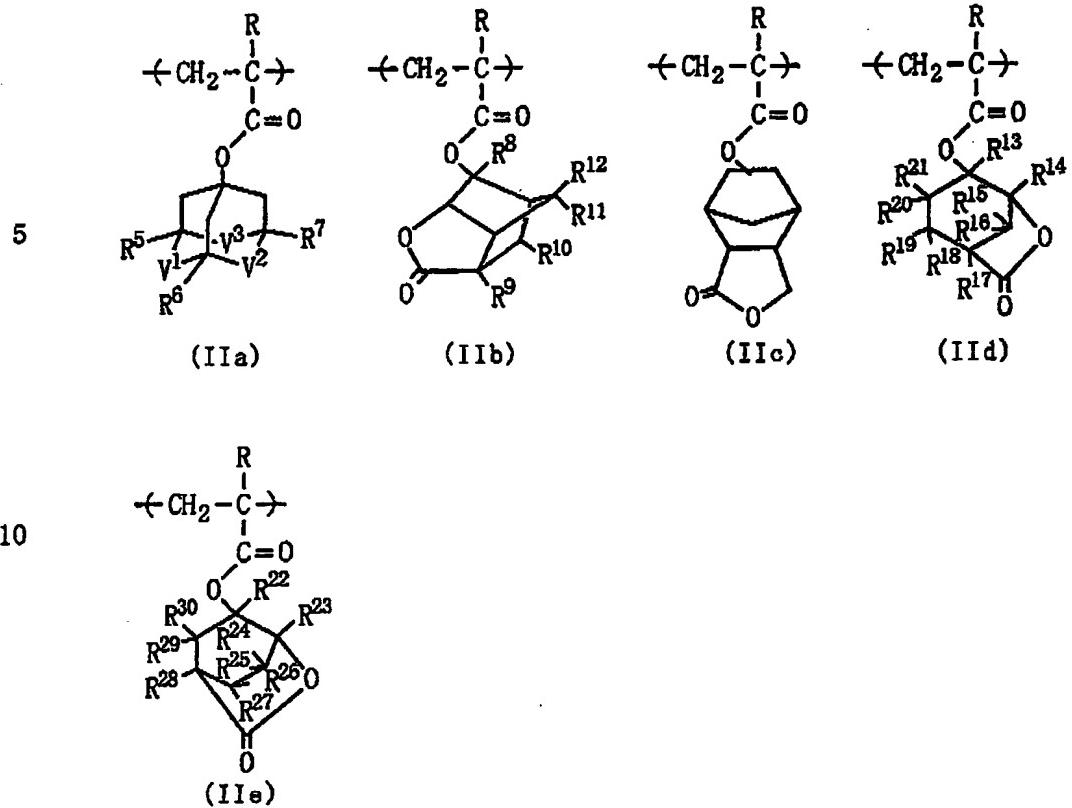
繰り返し単位Aは、例えば、下記式(Ia)～(Ic)



(式中、環 Z は置換基を有していてもよい炭素数 6 ~ 20 の脂環式炭化水素環を示す。 R は水素原子又は炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を示す。 R<sup>1</sup> ~ R<sup>3</sup> は、同一又は異なって、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を示す。 R<sup>4</sup> は環 Z に結合している置換基であって、同一又は異なって、オキソ基、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。但し、 n 個の R<sup>4</sup> のうち少なくとも 1 つは、 -COOR<sup>5</sup> 基を示す。前記 R<sup>5</sup> は置換基を有していてもよい第 3 級炭化水素基、テトラヒドロフラニル基、テトラヒドロピラニル基、又はオキセペニル基を示す。 n は 1 ~ 3 の整数を示す)

から選択された少なくとも 1 種の繰り返し単位である。

また、繰り返し単位 B は、例えば、下記式 (II a) ~ (II e)



(式中、Rは水素原子又は炭素数1～6のアルキル基を示す。R<sup>5</sup>～R<sup>7</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されてもよいカルボキシル基を示し、V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>は、同一又は異なって、-CH<sub>2</sub>-、-CO-又は-COO-を示す。但し、(i) V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>のうち少なくとも1つは-CO-若しくは-COO-であるか、又は(ii) R<sup>5</sup>～R<sup>7</sup>のうち少なくとも1つは、保護基で保護されてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されてもよいカルボキシル基である。R<sup>8</sup>～R<sup>12</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されてもよいヒドロキシル基、保護基で保

護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>13</sup>～R<sup>21</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>22</sup>～R<sup>30</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す)

から選択された少なくとも1種の繰り返し単位である。

本発明は、また、上記のフォトレジスト用樹脂と光酸発生剤とを溶媒に溶解して得られるフォトレジスト用樹脂組成物を提供する。

本発明は、さらに、上記のフォトレジスト用樹脂を溶媒に溶解させる工程を含むフォトレジスト用樹脂組成物の製造法を提供する。

なお、本明細書では、「アクリル」と「メタクリル」とを「(メタ)アクリル」、「アクリロイル」と「メタクリロイル」とを「(メタ)アクリロイル」等と総称する場合がある。また、ヒドロキシル基、カルボキシル基等の保護基としては、有機合成の分野で慣用のものを使用できる。

本発明のフォトレジスト用樹脂によれば、レジスト用の溶剤に対する溶解性が極めて良好であるため、溶剤不溶分の濾過工程を省略又は簡易化でき、フォトレジスト用樹脂組成物を効率よく調製することができる。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明のフォトレジスト用樹脂は、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aと、極性基を有する脂環式骨

格を含む繰り返し単位Bとを少なくとも含有している。

酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aとしては、露光によって光酸発生剤から発生する酸の作用により一部分が脱離してアルカリ現像液に対して可溶性を示すもの（酸脱離性基を有する繰り返し単位）であれば特に限定されず、例えば、炭素数6～20の脂環式炭化水素基を含有し且つ酸の作用により脱離可能な基を有している（メタ）アクリル酸エステルに対応する繰り返し単位（炭素一炭素二重結合部位で重合した場合の繰り返し単位）などが挙げられる。 「炭素数6～20の脂環式炭化水素基を含有し且つ酸の作用により脱離可能な基を有している（メタ）アクリル酸エステル」には、炭素数6～20の脂環式炭化水素基を有すると共に、（メタ）アクリル酸エステルのエステル結合を構成する酸素原子との結合部位に第3級炭素原子を有する（メタ）アクリル酸エステルが含まれる。前記脂環式炭化水素基は、（メタ）アクリル酸エステルのエステル結合を構成する酸素原子と直接結合していてもよく、アルキレン基等の連結基を介して結合してもよい。前記炭素数6～20の脂環式炭化水素基は单環式炭化水素基であってもよく、多環式（橋かけ環式）炭化水素基であってもよい。このような（メタ）アクリル酸エステルに対応する単位の代表的な例として、前記式（Ia）、（Ib）で表される単位が例示される。

また、「炭素数6～20の脂環式炭化水素基を含有し且つ酸の作用により脱離可能な基を有している（メタ）アクリル酸エステル」には、炭素数6～20の脂環式炭化水素基を有すると共に、該脂環式炭化水素基に $-COOR'$ 基（R'は置換基を有していてもよい第3級炭化水素基、テトラヒドロフラニル基、テトラヒドロピラニル基、又はオキセペニル基を示す）が直接又は連結基を介して結合している（メタ）アクリル酸エステルも含まれる。 $-COOR'$ 基のR'における第3級炭化水素基と

しては、例えば、*t*-ブチル、*t*-アミル、2-メチル-2-アダマンチル、(1-メチル-1-アダマンチル)エチル基などが挙げられる。この第3級炭化水素基が有していてもよい置換基として、例えば、ハロゲン原子、アルキル基(例えば、C<sub>1-4</sub>アルキル基など)、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、オキソ基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基などが挙げられる。また、R'におけるテトラヒドロフラニル基には2-テトラヒドロフラニル基が、テトラヒドロピラニル基には2-テトラヒドロピラニル基が、オキセパニル基には2-オキセパニル基が含まれる。前記連結基としては、アルキレン基(例えば、炭素数1～6の直鎖状又は分岐鎖状のアルキル基等)などが挙げられる。前記脂環式炭化水素基は、(メタ)アクリル酸エステルのエステル結合を構成する酸素原子と直接結合していてもよく、アルキレン基等の連結基を介して結合していてもよい。前記炭素数6～20の脂環式炭化水素基は単環式炭化水素基であってもよく、多環式(橋かけ環式)炭化水素基であってもよい。このような(メタ)アクリル酸エステルに対応する単位の代表的な例として、前記式(Ic)で表される単位が例示される。

また、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aとして、エステル結合を構成する酸素原子がラクトン環のβ位に結合し且つラクトン環のα位に少なくとも1つの水素原子を有する、ラクトン環を含む(メタ)アクリル酸エステルに対応する繰り返し単位(炭素-炭素二重結合部位で重合した場合の繰り返し単位)などを用いることも可能である。前記繰り返し単位Aは1種のみであってもよく、2種以上の組み合わせであってもよい。

繰り返し単位Aとしては、前記式(Ia)～(Ic)から選択された少なくとも1種の繰り返し単位であるのが好ましい。式(Ia)～(Ic)中、

環乙における炭素数6～20の脂環式炭化水素環は単環であっても、縮合環や橋かけ環等の多環であってもよい。代表的な脂環式炭化水素環として、例えば、シクロヘキサン環、シクロオクタン環、シクロデカン環、アダマンタン環、ノルボルナン環、ノルボルネン環、ボルナン環、イソボルナン環、ペーヒドロインデン環、デカリニン環、ペーヒドロフルオレン環（トリシクロ[7.4.0.0<sup>3,8</sup>]トリデカン環）、ペーヒドロアントラセン環、トリシクロ[5.2.1.0<sup>2,6</sup>]デカン環、トリシクロ[4.2.2.1<sup>2,5</sup>]ウンデカン環、テトラシクロ[4.4.0.1<sup>2,5</sup>.1<sup>7,10</sup>]ドデカン環などが挙げられる。脂環式炭化水素環には、メチル基等のアルキル基（例えば、C<sub>1-4</sub>アルキル基など）、塩素原子等のハロゲン原子、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、オキソ基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基などの置換基を有していてもよい。環乙は例えばアダマンタン環等の多環の脂環式炭化水素環（橋かけ環式炭化水素環）であるのが好ましい。

式(Ia)～(Ic)中のR、並びに式(Ia)、(Ib)中のR<sup>1</sup>～R<sup>3</sup>における炭素数1～6のアルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、s-ブチル、t-ブチル、ヘキシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素1～6のアルキル基が挙げられる。Rとしては、水素原子又は炭素数1～3のアルキル基が好ましく、特に水素原子又はメチル基が好ましい。式(Ic)中、R<sup>4</sup>におけるアルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、s-ブチル、t-ブチル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素1～20程度のアルキル基が挙げられる。R<sup>4</sup>における保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基としては、例えば、ヒドロキシル基、置換オキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ基等のC<sub>1-4</sub>アルコキシ基

など) などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基としては、前記保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基が炭素数 1 ~ 6 のアルキレン基を介して結合している基などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいカルボキシル基としては、 $-COO$   
 5  $R^b$  基などが挙げられる。前記  $R^b$  は水素原子又はアルキル基を示し、アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、*s*-ブチル、*t*-ブチル、ヘキシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基などが挙げられる。 $R^b$ において、 $-COOR^b$  基の  $R^b$  は前記と同様である。

10 前記極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位 B には、(1) ラクトン環を含有する炭素数 6 ~ 20 の脂環式炭化水素基 [ラクトン環と单環又は多環 (橋かけ環) の脂環式炭素環とが縮合した構造を有する基等] がエステル結合を構成する酸素原子に結合している (メタ) アクリル酸エステルに対応するモノマー単位 B1 (炭素一炭素二重結合部位で重合した場合の繰り返し単位) が含まれる。このような繰り返し単位 B1 の代表的な例として、前記式 (II a) のうち  $V^1$  ~  $V^3$  の少なくとも 1 つが  $-COO-$  である単位、及び (II b) 、(II c) 、(II d) 、(II e) で表される単位が例示される。

また、極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位 B には、(2)  
 20 ヒドロキシル基、カルボキシル基、オキソ基などの極性基を有する炭素数 6 ~ 20 の脂環式炭化水素基 (特に、橋かけ環式炭化水素基) がエステル結合を構成する酸素原子に結合している (メタ) アクリル酸エステルに対応するモノマー単位 B2 (炭素一炭素二重結合部位で重合した場合の繰り返し単位) も含まれる。このような繰り返し単位 B2 の代表的な例として、前記式 (II a) のうち  $V^1$  ~  $V^3$  の少なくとも 1 つが  $-C$   
 25  $O-$  であるか、又は  $R^5$  ~  $R^7$  のうち少なくとも 1 つが、保護基で保護さ

れでいてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基である単位が例示される。

繰り返し単位Bは、極性基によりシリコンウェハーなどの基板に対する密着性を付与すると共に、脂環式骨格によりドライエッチング耐性を付与する。繰り返し単位Bは1種のみであってもよく、2種以上の組み合わせであってもよい。繰り返し単位Bとしては、前記式(II a)～(II e)から選択された少なくとも1種の繰り返し単位であるのが好ましい。また、繰り返し単位Bとして繰り返し単位B<sub>1</sub>と繰り返し単位B<sub>2</sub>とを組み合わせると、基板密着性、ドライエッチング耐性、レジスト溶剤に対する溶解性等の特性をバランスよく具備するだけでなく、重合時における均質反応性にも優れる（分子量や分子構造において均一性の高いポリマーが生成する）という大きな利点が得られる。

式(II a)～(II e)中のRは前記(Ia)～(Ic)中のRと同様である。式(II a)～(II e)中、R<sup>5</sup>～R<sup>9</sup>におけるアルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、s-ブチル、t-ブチル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数1～13のアルキル基等が挙げられる。これらの中でも、炭素数1～4のアルキル基が好ましい。保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基としては、例えば、ヒドロキシル基、置換オキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ基等のC<sub>1</sub>～<sub>4</sub>アルコキシ基など）などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基としては、前記保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基が炭素数1～6のアルキレン基を介して結合している基などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいカルボキシル基としては、-COOR<sup>b</sup>基などが挙げられる。R<sup>b</sup>は前記と同様である。

本発明のフォトレジスト用樹脂は、アルカリ可溶性（酸脱離性）、基板密着性、ドライエッチング耐性、レジスト溶剤への溶解性などの特性を損なわない範囲で、前記繰り返し単位A及びB以外の繰り返し単位を含んでいてもよい。このような繰り返し単位としては、繰り返し単位A  
5 対応する単量体及び繰り返し単位Bに対応する単量体と共に重合可能な単量体に対応する単位であって、且つレジスト特性を損なわないようなものであれば特に限定されない。例えば、（メタ）アクリル酸又はその誘導体、マレイン酸又はその誘導体、フマル酸又はその誘導体、環状オレフィン類などに対応する単位が挙げられる。前記（メタ）アクリル酸  
10 又はその誘導体としては、例えば、 $\alpha$ -（メタ）アクリロイルオキシ- $\gamma$ -ブチロラクトン、 $\alpha$ -（メタ）アクリロイルオキシ- $\alpha$ -メチル- $\gamma$ -ブチロラクトン、 $\alpha$ -（メタ）アクリロイルオキシ- $\gamma$ 、 $\gamma$ -ジメチル- $\gamma$ -ブチロラクトン等の、ラクトン環（ $\gamma$ -ブチロラクトン環、 $\delta$ -バレロラクトン環など）を有する（メタ）アクリル酸エステルなどが挙げられる。このラクトン環を有する（メタ）アクリル酸エステルは、ポリマーに基板密着性を付与しうる。

本発明のフォトレジスト用樹脂における前記繰り返し単位Aの含有量は、例えば5～90モル%、好ましくは10～80モル%、さらに好ましくは20～70モル%である。繰り返し単位Aの含有量が5モル%未満の場合には、アルカリ現像の際のレジスト膜の溶解性が不十分となり、解像度が低下し、微細なパターンを精度よく形成することが困難となる。また、繰り返し単位Aの含有量が90モル%を超える場合には、基板密着性やドライエッチング耐性が低下し、現像によりパターンが剥がれて残らないという問題が起こりやすい。

25 本発明のフォトレジスト用樹脂における前記繰り返し単位Bの含有量は、例えば10～95モル%、好ましくは20～90モル%、さらに好

ましくは30～80モル%である。繰り返し単位Bの含有量が10モル%未満の場合には基板密着性やドライエッキング耐性が低下しやすくなり、95モル%を超えるとアルカリ可溶性単位の導入量が少なくなることから、アルカリ現像の際のレジスト膜の溶解性が不十分になりやすい。  
5 繰り返し単位Bとして繰り返し単位B1と繰り返し単位B2とを組み合わせる場合、両者の割合は特に限定されないが、一般には前者／後者（モル比）=5/95～95/5、好ましくは10/90～90/10、さらに好ましくは30/70～70/30程度である。

本発明のフォトレジスト用樹脂の重要な特徴は、重量平均分子量（M<sub>w</sub>）が3000～15000の範囲であり、且つ分子量40000を超えるポリマーの含有率がポリマー全体の4重量%以下（好ましくは3重量%以下、さらに好ましくは2重量%以下）である点にある。重量平均分子量が3000未満ではレジスト膜を形成する際に所望の塗膜強度を得られない。重量平均分子量が15000を超えるとフォトレジスト用樹脂組成物を調製する際に溶液粘度が高くなり、作業性が低下すると共に、均質で良好な塗膜が得られない。重量平均分子量は、好ましくは4000～14000であり、さらに好ましくは5000～13000程度である。分子量40000を超えるポリマーの含有率が4重量%を超えると、レジスト溶剤に溶解させる際に不溶分（濁り）を生じる。フォト  
10 レジスト用樹脂中にレジスト溶剤に溶解しにくい成分が存在すると、均一且つ均質なレジスト膜が得られず、感度や解像度が低下し、所望のパターンを精度よく得ることが困難になる。このため、不溶分の濾過操作が必要となるが、前記不溶分は一般に微粒子（コロイド状）であるため、濾過に多大な時間と労力がかかり、フォトレジスト用樹脂組成物の  
15 効率的な生産が阻まれることになる。本発明のフォトレジスト用樹脂の分子量分布（M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub>）は、例えば1.1～3.5、好ましくは1.  
20  
25

5～3.0程度である。なお、前記M<sub>n</sub>は数平均分子量を示し、M<sub>n</sub>、M<sub>w</sub>ともにポリスチレン換算の値である。樹脂の重量平均分子量、分子量40000を超えるポリマーの含有率、分子量分布はG P C（グルパーキューションクロマトグラフィー）により測定できる。

5 本発明のフォトレジスト用樹脂は、例えば、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む单量体aと極性基を有する脂環式骨格を含む单量体bとを少なくとも含む单量体混合物を含有する单量体溶液と、重合開始剤を含有する重合開始剤溶液とを、別々の容器から並行して反応容器内に滴下しながら、60～130℃の温度で重合させることにより製造することができる。  
10

この際、单量体溶液と重合開始剤溶液とを別々の容器から別個に反応容器内に滴下することが重要である。このような操作を行うことにより、分子量40000を超えるポリマーの含有率をポリマー全体の4重量%以下にすることが可能となる。これに対し、单量体と重合開始剤の両者を含有する溶液を反応容器内に滴下する場合には、滴下用容器内で未滴下の单量体の重合が少しずつ進行して分子量の高いポリマーが生成するため、重合終了後に得られるポリマーにおいて、分子量40000を超える高分子量のポリマーがポリマー全体の4重量%を超えることになる。  
15

20 また、上記の滴下重合法において、重合温度（反応液温）の振れ幅を極力小さくするように温度制御することが望ましい。例えば、单量体溶液と重合開始剤溶液の全滴下時間の93%以上の間（好ましくは95%以上の間）、重合温度（反応液温）を設定温度に対して±5℃以内（好ましくは±3℃以内）に制御することが好ましい。全滴下時間の7%以上の間、重合温度が設定温度に対して±5℃の範囲を逸脱する状態（重合温度の振れ幅が±5%を超える状態）で重合を行うと、分子量400

0.0を超えるポリマーの含有率が増大しやすい。特に滴下初期においては、滴下する溶液が通常常温付近であり、しかも滴下開始時には重合熱の発生量も少ないことから、重合温度（反応液温）が制御系の設定温度よりも一旦大きく低下して、重合温度の振れ幅が大きくなる場合が多い  
5。このことから、重合温度を上記のように小さな振れ幅で制御する方法として、単量体溶液及び重合開始剤溶液の滴下前の反応容器内の温度（液温）を設定温度よりも高い温度【例えば、（設定温度+1℃）～（設定温度+5℃）、好ましくは（設定温度+1℃）～（設定温度+3℃）】に調整しておいて滴下を開始する方法が挙げられる。この方法によれば、単量体溶液と重合開始剤溶液の滴下が開始されると系内温度が下がり始め、目的の設定温度付近になったところで制御系の設定温度を徐々に該目的の設定温度にまで下がることにより、系内温度は該設定温度より大きく下がることなく、短時間内に該設定温度で安定させることが可能となる。その結果、分子量40000を超える高分子量のポリマーの生成を抑制できる。これに対して、滴下開始時に、反応容器内の温度を目的の設定温度に調整しておく場合には、滴下開始と共に系内の温度が設定温度より下がり、それをカバーするために制御系は大きく加熱側に傾き、温度のハンチングが大きくなり、全滴下時間の7%以上の間（例えば30分以上の間）、重合温度が設定温度に対して±5℃の範囲を逸脱する状態（重合温度の振れ幅が±5%を超える状態）で重合が行われることになる。その結果、分子量40000を超える高分子量のポリマーの含有率が増大してポリマー全体の4重量%を超えるに至る。

なお、滴下時間の93%以上の間、重合温度を設定温度に対して±5℃以内に制御する方法としては、上記の方法に限らず、他の方法を採用することもできる。例えば、単量体溶液及び重合開始剤溶液の滴下速度を最初は小さくしておき、その後滴下速度を大きくすることにより、系

内の温度の変動を抑えることもできる。

滴下重合は、より具体的には、例えば、単量体混合物を有機溶媒（重合溶媒）に溶解した単量体溶液と、重合開始剤を有機溶媒（重合溶媒）

- 5 定の温度に調整した有機溶媒（重合溶媒）中に前記単量体溶液と重合開始剤溶液とを各々並行して滴下することにより行われる。単量体溶液と重合開始剤溶液は同じ速度で滴下するのが好ましい。

重合溶媒としては、例えば、グリコール系溶媒、エステル系溶媒、ケ

- 10 トン系溶媒、エーテル系溶媒、アミド系溶媒、スルホキシド系溶媒、1  
価アルコール系溶媒、炭化水素系溶媒、これらの混合溶媒などが挙げら

れる。グリコール系溶媒には、例えば、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートなどのプロピレングリコール系溶媒；エチレングリコールモノメチルエーテ

- 15 ル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコ

ルモノブチルエーテルアセテートなどのエチレングリコール系溶媒などが含まれる。エステル系溶媒には、乳酸エチルなどの乳酸エステル系溶媒；3-メトキシプロピオン酸メチルなどのプロピオン酸エステル系溶

- 20 媒；酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸ブチルなどの酢酸エ  
ステル系溶媒などが挙げられる。ケトン系溶媒には、アセトン、メチル

エチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチルアミルケトン、シクロヘキサンなどが含まれる。エーテル系溶媒には、ジエチルエーテル、ジ

- 25 オキサンなどが含まれる。アミド系溶媒には、N, N-ジメチルホルムアミドなどが含まれる。スルホキシド系溶媒には、ジメチルスルホキシ

ドなどが含まれる。1価アルコール系溶媒には、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどが含まれる。炭化水素系溶媒には、トルエン、キシレン、ヘキサン、シクロヘキサンなどが含まれる。

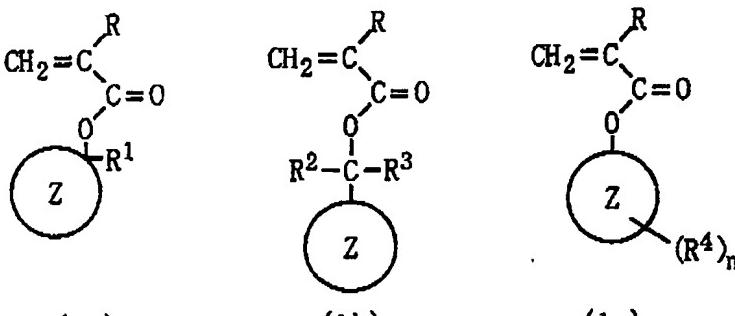
好ましい重合溶媒には、プロピレングリコールモノメチルエーテル、

- 5 プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートなどのグリコール系溶媒、乳酸エチルなどのエステル系溶媒、メチルイソブチルケトン、メチルアミルケトンなどのケトン系溶媒及びこれらの混合溶媒が含まれる。特に、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート単独溶媒、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートとプロピレングリコールモノメチルエーテルとの混合溶媒、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートと乳酸エチルとの混合溶媒などの、少なくともプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートを含む溶媒が好ましい。

重合開始剤として公知の重合開始剤を使用できる。

15 滴下重合において、予め仕込まれる溶媒の量と滴下する溶液（単量体溶液、重合開始剤溶液）の総量との比率は、生産性や経済性、作業性、操作性等を考慮しつつ、樹脂の品質を損なわない範囲で適宜設定できるが、一般には、前者／後者（重量比） = 5 / 95 ~ 90 / 10、好ましくは 10 / 90 ~ 70 / 30、さらに好ましくは 20 / 80 ~ 60 / 40 の範囲である。使用する重合溶媒の総量（予め仕込まれる溶媒又は溶液中の溶媒の量 + 滴下する溶液中の溶媒の量）は、作業性、操作性、反応効率、生成するポリマーの溶解性等を考慮して適宜選択できるが、単量体の総量 100 重量部に対して、一般には 100 ~ 2000 重量部、好ましくは 200 ~ 1000 重量部、さらに好ましくは 300 ~ 700 重量部程度である。

25 単量体溶液及び重合開始剤溶液の全滴下時間は、重合温度及び単量体

- の種類等によって異なるが、一般には1～10時間、好ましくは3～8時間程度である。重合温度は単量体溶液又は重合開始剤溶液の滴下操作の前半（全滴下時間の1/2まで）において特に制御しにくく、温度の振れ幅が大きくなりやすい。従って、単量体溶液又は重合開始剤溶液の滴下操作における前半の滴下時間の95%以上の間、重合温度を設定温度に対して±5℃以内（好ましくは±3℃以内）に制御するのが特に好ましい。なお、滴下終了後、適宜な時間（例えば0.1～10時間、好ましくは1～6時間程度）、適宜な温度（例えば60～130℃）下で熟成して重合を完結させてもよい。
- 5 前記単量体aは繰り返し単位Aに対応し、単量体bは繰り返し単位Bに対応する。前記式(Ia)～(Ic)、(IIa)～(IIe)で表される各繰り返し単位を含む樹脂は、それぞれ対応する（メタ）アクリル酸エステルをコモノマーとして重合に付すことにより製造できる。
- 10 [式(Ia)～(Ic)で表される繰り返し単位]
- 15 前記式(Ia)～(Ic)で表される繰り返し単位に対応するモノマーは、それぞれ下記式(1a)～(1c)で表される。式(1a)～(1c)で表される化合物には、それぞれ立体異性体が存在しうるが、それらは単独又は2種以上の混合物として使用できる。
- 20 
- (1a) (1b) (1c)

25

(式中、環Zは置換基を有していてもよい炭素数6～20の脂環式炭化

- 水素環を示す。Rは水素原子又はメチル基を示す。R<sup>1</sup>～R<sup>3</sup>は、同一又は異なって、炭素数1～6のアルキル基を示す。R<sup>4</sup>は環Zに結合している置換基であって、同一又は異なって、オキソ基、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。但し、n個のR<sup>4</sup>のうち少なくとも1つは、-COOR<sup>n</sup>基を示す。前記R<sup>n</sup>は置換基を有していてもよい第3級炭化水素基、テトラヒドロフラニル基、テトラヒドロピラニル基、又はオキセパニル基を示す。nは1～3の整数を示す)
- 式(1a)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。
- [1-1] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>、Z=アダマンタン環)
- [1-2] 1-ヒドロキシ-2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>、Z=1位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)
- [1-3] 5-ヒドロキシ-2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>、Z=5位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)
- [1-4] 1,3-ジヒドロキシ-2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>、Z=1位と3位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)
- [1-5] 1,5-ジヒドロキシ-2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>、Z=1位と5位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)
- [1-6] 1,3-ジヒドロキシ-6-(メタ)アクリロイルオキシ-6-

メチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_3$ 、 $Z = 1$  位と  $3$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-7] 2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = \text{アダマンタン環}$ )

5 [1-8] 1-ヒドロキシ-2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = 1$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-9] 5-ヒドロキシ-2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = 5$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

10 [1-10] 1,3-ジヒドロキシ-2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = 1$  位と  $3$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

15 [1-11] 1,5-ジヒドロキシ-2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = 1$  位と  $5$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-12] 1,3-ジヒドロキシ-6-(メタ) アクリロイルオキシ-6-エチルアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R' = CH_2CH_3$ 、 $Z = 1$  位と  $3$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

20 上記式 (1a) で表される化合物は、例えば、対応する環式アルコールと (メタ) アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることにより得ることができる。

式 (1b) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[1-13] 1-(1-(メタ) アクリロイルオキシ-1-メチルエチル)

アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = R^3 = CH_3$ ,  $Z = \text{アダマンタン環}$ )

[1-14] 1-ヒドロキシ-3-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = R^3 = CH_3$ ,

5  $Z = 1$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-15] 1-(1-エチル-1-(メタ)アクリロイルオキシプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = R^3 = CH_2CH_3$ ,  $Z = \text{アダマンタン環}$ )

[1-16] 1-ヒドロキシ-3-(1-エチル-1-(メタ)アクリロイルオキシプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = R^3 = CH_3$ ,  $CH_3$ ,  $Z = 1$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-17] 1-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = CH_3$ ,  $R^3 = CH_2CH_3$ ,  $Z = \text{アダマンタン環}$ )

15 [1-18] 1-ヒドロキシ-3-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = CH_3$ ,  $R^3 = CH_2CH_3$ ,  $Z = 1$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

[1-19] 1-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1, 2-ジメチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = CH_3$ ,  $R^3 = CH(CH_3)_2$ ,  $Z = \text{アダマンタン環}$ )

[1-20] 1-ヒドロキシ-3-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1, 2-ジメチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = CH_3$ ,  $R^3 = CH(CH_3)_2$ ,  $Z = 1$  位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

25 [1-21] 1, 3-ジヒドロキシ-5-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル)アダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ ,  $R^2 = R^3 =$

$\text{CH}_3$ 、 $Z = 1$ 位と $3$ 位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

- [1-22] 1-(1-エチル-1-(メタ)アクリロイルオキシプロピル)-3,5-ジヒドロキシアダマンタン ( $R = H$ 又は $\text{CH}_3$ 、 $R^2 = R^3 = \text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $Z = 3$ 位と $5$ 位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

5

- [1-23] 1,3-ジヒドロキシ-5-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$ 又は $\text{CH}_3$ 、 $R^2 = \text{CH}_3$ 、 $R^3 = \text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $Z = 1$ 位と $3$ 位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

- 10 [1-24] 1,3-ジヒドロキシ-5-(1-(メタ)アクリロイルオキシ-1,2-ジメチルプロピル)アダマンタン ( $R = H$ 又は $\text{CH}_3$ 、 $R^2 = \text{CH}_3$ 、 $R^3 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $Z = 1$ 位と $3$ 位にヒドロキシル基を有するアダマンタン環)

15 上記式(1b)で表される化合物は、例えば、対応する1位に脂環式基を有するメタノール誘導体と(メタ)アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることにより得ることができる。

20 式(1c)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

- [1-25] 1-t-ブトキシカルボニル-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン ( $R = H$ 又は $\text{CH}_3$ 、 $R^4 = t$ -ブトキシカルボニル基、 $n = 1$ 、 $Z = \text{アダマンタン環}$ )

- [1-26] 1,3-ビス( $t$ -ブトキシカルボニル)-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン [ $R = H$ 又は $\text{CH}_3$ 、 $R^4 = t$ -ブトキシカルボニル基、 $n = 2$ 、 $Z = \text{アダマンタン環}]$

- [1-27] 1-t-ブトキシカルボニル-3-ヒドロキシ-5-(メタ)

アクリロイルオキシアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R^4 = OH$ ,  $t -$   
ブトキシカルボニル基、 $n = 2$ 、 $Z = \text{アダマンタン環}$ )

[1-28] 1 - (2 - テトラヒドロピラニルオキシカルボニル) - 3 - (メタ) アクリロイルオキシアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R^4 = 2 -$

5 テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基、 $n = 1$ 、 $Z = \text{アダマンタン環}$ )

[1-29] 1, 3 - ビス (2 - テトラヒドロピラニルオキシカルボニル)

- 5 - (メタ) アクリロイルオキシアダマンタン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R^4 = 2 - \text{テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基}$ 、 $n = 2$ 、 $Z = \text{ア}$

10 ダマンタン環)

[1-30] 1 - ヒドロキシ - 3 - (2 - テトラヒドロピラニルオキシカル

ボニル) - 5 - (メタ) アクリロイルオキシアダマンタン ( $R = H$  又は

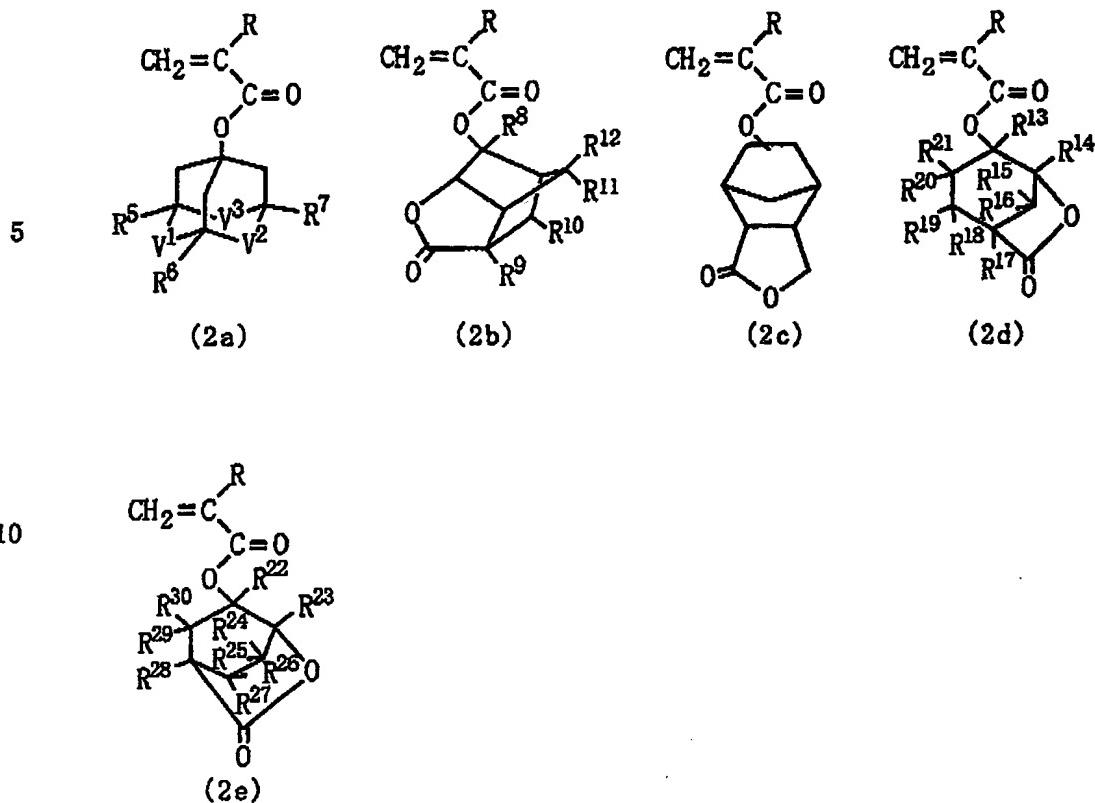
$CH_3$ 、 $R^4 = OH$ , 2 - テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基、 $n$

= 2、 $Z = \text{アダマンタン環}$ )

15 上記式 (1c) で表される化合物は、例えば、対応する環式アルコールと (メタ) アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることにより得ることができる。

[式 (II a) ~ (II e) で表される繰り返し単位]

20 前記式 (II a) ~ (II e) で表される繰り返し単位に対応するモノマーは、それぞれ下記式 (2a) ~ (2e) で表される。式 (2a) ~ (2e) で表される化合物には、それぞれ立体異性体が存在しうるが、それらは単独で又は 2 種以上の混合物として使用できる。



(式中、Rは水素原子又はメチル基を示す。R<sup>5</sup>～R<sup>7</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示し、V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>は、同一又は異なって、-CH<sub>2</sub>-、-CO-又は-COO-を示す。但し、(i) V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>のうち少なくとも1つは-CO-若しくは-COO-であるか、又は(ii) R<sup>5</sup>～R<sup>7</sup>のうち少なくとも1つは、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基である。R<sup>8</sup>～R<sup>12</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよ

いヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>13</sup>～R<sup>21</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>22</sup>～R<sup>30</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す)

式(2a)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-1] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ[4.3.1.1<sup>3,8</sup>]ウンデカン-5-オン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=H、V<sup>2</sup>=-CO-O- (左側がR<sup>6</sup>の結合している炭素原子側)、V<sup>1</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

[2-2] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4,7-ジオキサトリシクロ[4.4.1.1<sup>3,9</sup>]ドデカン-5,8-ジオン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=H、V<sup>1</sup>=-CO-O- (左側がR<sup>6</sup>の結合している炭素原子側)、V<sup>2</sup>=-CO-O- (左側がR<sup>8</sup>の結合している炭素原子側)、V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

[2-3] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4,8-ジオキサトリシクロ[4.4.1.1<sup>3,9</sup>]ドデカン-5,7-ジオン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=H、V<sup>1</sup>=-O-CO- (左側がR<sup>5</sup>の結合している炭素原子側)、V<sup>2</sup>=-CO-O- (左側がR<sup>8</sup>の結合している炭素原子側)、V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

[2-4] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-5,7-ジオキサトリシクロ[4.4.1.1<sup>3,9</sup>]ドデカン-4,8-ジオン (R=H又はCH<sub>3</sub>

、  $R^5 = R^6 = R^7 = H$  、  $V^1 = -CO-O-$  (左側が  $R^5$  の結合している炭素原子側) 、  $V^2 = -O-CO-$  (左側が  $R^6$  の結合している炭素原子側) 、  $V^3 = -CH_2-$  )

[2-5] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-3-ヒドロキシアダマンタン  
5 (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=OH、R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=H、V<sup>1</sup>=V<sup>2</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

[2-6] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-3, 5-ジヒドロキシアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=R<sup>6</sup>=OH、R<sup>7</sup>=H、V<sup>1</sup>=V<sup>2</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

10 [2-7] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-3, 5, 7-トリヒドロキシアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=OH、V<sup>1</sup>=V<sup>2</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

[2-8] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-3-ヒドロキシ-5, 7-ジメチルアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=OH、R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=CH<sub>3</sub>、V<sup>1</sup>=V<sup>2</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

15 [2-9] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-3-カルボキシアダマンタン (R=H又はCH<sub>3</sub>、R<sup>5</sup>=COOH、R<sup>6</sup>=R<sup>7</sup>=H、V<sup>1</sup>=V<sup>2</sup>=V<sup>3</sup>=-CH<sub>2</sub>-)

上記式 (2a) で表される化合物は、対応する環式アルコール誘導体と  
20 (メタ) アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換  
触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることにより得ること  
ができる。

式 (2b) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

25 [2-10] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-3-オキサトリシクロ [4.2.1.0<sup>4,8</sup>] ノナン-2-オン (= 5-(メタ) アクリロイルオ

- キシ-2, 6-ノルボルナンカルボラクトン) ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{10} = R^{11} = R^{12} = H$ )
- [2-11] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-5-メチル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = CH_3$ 、 $R^9 = R^{10} = R^{11} = R^{12} = H$ )
- [2-12] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-1-メチル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = CH_3$ 、 $R^9 = R^{10} = R^{11} = R^{12} = H$ )
- [2-13] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-9-メチル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^{10} = CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{11} = R^{12} = H$ )
- [2-14] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-9-カルボキシ-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{11} = R^{12} = H$ 、 $R^{10} = COOH$ )
- [2-15] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-9-メトキシカルボニル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{11} = R^{12} = H$ 、 $R^{10} =$ メトキシカルボニル基)
- [2-16] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-9-エトキシカルボニル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{11} = R^{12} = H$ 、 $R^{10} =$ エトキシカルボニル基)
- [2-17] 5-(メタ) アクリロイルオキシ-9-t-ブトキシカルボニル-3-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0<sup>4.8</sup>] ノナン-2-オン ( $R = H$ 又は $CH_3$ 、 $R^8 = R^9 = R^{11} = R^{12} = H$ 、 $R^{10} = t$ -ブトキシカルボニル基)

上記式 (2b) で表される化合物は、対応する環式アルコール誘導体と (メタ) アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って、反応させることにより得ることができる。なお、その際に原料として用いる環式アルコール誘導体は、例えば、対応する 5-ノルボルネン-2-カルボン酸誘導体又はそのエステルを過酸 (過酢酸、m-クロロ過安息香酸など) 又は過酸化物 (過酸化水素、過酸化水素 + 酸化タングステンやタングステン酸などの金属化合物) と反応 (エポキシ化及び環化反応) させることにより得ることができる。

式 (2c) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-18] 8-(メタ) アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ [5.2.1.0<sup>2,6</sup>] デカン-5-オン ( $R = H$  又は  $CH_3$ )

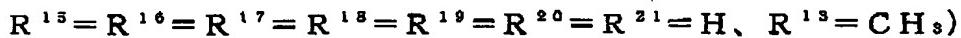
[2-19] 9-(メタ) アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ [5.2.1.0<sup>2,6</sup>] デカン-5-オン ( $R = H$  又は  $CH_3$ )

上記式 (2c) で表される化合物は、対応する環式アルコール誘導体と (メタ) アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることにより得ることができる。

式 (2d) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-20] 4-(メタ) アクリロイルオキシ-6-オキサビシクロ [3.2.1] オクタン-7-オン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R^{13} = R^{14} = R^{15} = R^{16} = R^{17} = R^{18} = R^{19} = R^{20} = R^{21} = H$ )

[2-21] 4-(メタ) アクリロイルオキシ-4-メチル-6-オキサビシクロ [3.2.1] オクタン-7-オン ( $R = H$  又は  $CH_3$ 、 $R^{14} =$



[2-22] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-5-メチル-6-オキサビシクロ[3.2.1]オクタン-7-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{13}=R^{15}=R^{16}=R^{17}=R^{18}=R^{19}=R^{20}=R^{21}=H$ ,  $R^{14}=CH_3$ )

- 5 [2-23] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-4,5-ジメチル-6-オキサビシクロ[3.2.1]オクタン-7-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{13}=R^{16}=R^{17}=R^{18}=R^{19}=R^{20}=R^{21}=H$ ,  $R^{14}=R^{15}=CH_3$ )

10 式(2e)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-24] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-2-オキサビシクロ[2.2.2]オクタン-3-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{22}=R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=R^{27}=R^{28}=R^{29}=R^{30}=H$ )

- 15 [2-25] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-6-メチル-2-オキサビシクロ[2.2.2]オクタン-3-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{22}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=R^{27}=R^{28}=R^{29}=R^{30}=H$ ,  $R^{23}=CH_3$ )

[2-26] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチル-2-オキサビシクロ[2.2.2]オクタン-3-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=R^{27}=R^{28}=R^{29}=R^{30}=H$ ,  $R^{22}=CH_3$ )

- 20 [2-27] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-1,6-ジメチル-2-オキサビシクロ[2.2.2]オクタン-3-オン ( $R=H$ 又は $CH_3$ ,  $R^{24}=R^{25}=R^{26}=R^{27}=R^{28}=R^{29}=R^{30}=H$ ,  $R^{22}=R^{23}=CH_3$ )

上記式(2d)及び(2e)で表される化合物は、対応する環式アルコール誘導体と(メタ)アクリル酸又はその反応性誘導体とを、酸触媒やエステル交換触媒を用いた慣用のエステル化法に従って反応させることに

より得ることができる。

重合により得られたポリマーは沈殿又は再沈殿により単離できる。例えば、重合溶液（ポリマードープ）を溶媒（沈殿溶媒）中に添加してポリマーを沈殿させるか、又は該ポリマーを再度適当な溶媒に溶解させ、  
 5 この溶液を溶媒（再沈殿溶媒）中に添加して再沈殿させることにより目的のポリマーを得ることができる。沈殿又は再沈殿溶媒は有機溶媒及び水の何れであってもよく、また混合溶媒であってもよい。沈殿又は再沈殿溶媒として用いる有機溶媒として、例えば、炭化水素（ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの脂肪族炭化水素；シクロヘキサン、  
 10 メチルシクロヘキサンなどの脂環式炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素）、ハロゲン化炭化水素（塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素などのハロゲン化脂肪族炭化水素；クロロベンゼン、ジクロロベンゼンなどのハロゲン化芳香族炭化水素など）、ニトロ化合物（ニトロメタン、ニトロエタンなど）、ニトリル（アセトニトリル、ベンゾニトリルなど）、エーテル（ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、ジメトキシエタンなどの鎖状エーテル；テトラヒドロフラン、ジオキサンなどの環状エーテル）、ケトン（アセトン、メチルエチルケトン、ジイソブチルケトンなど）、エステル（酢酸エチル、酢酸ブチルなど）、カーボネート（ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネートなど）、アルコール（メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロピルアルコール、ブタノールなど）、カルボン酸（酢酸など）、これらの溶媒を含む混合溶媒等が挙げられる。

中でも、前記沈殿又は再沈殿溶媒として用いる有機溶媒として、少なくとも炭化水素（特に、ヘキサンやヘプタンなどの脂肪族炭化水素）を含む溶媒が好ましい。このような少なくとも炭化水素を含む溶媒において

て、炭化水素（例えば、ヘキサンやヘプタンなどの脂肪族炭化水素）と他の溶媒（例えば、酢酸エチルなどのエステル類等）との比率は、例えば前者／後者（体積比；25℃）＝10／90～99／1、好ましくは前者／後者（体積比；25℃）＝30／70～98／2、さらに好ましくは前者／後者（体積比；25℃）＝50／50～97／3程度である。

沈殿又は再沈殿で得られたポリマーは、必要に応じて、リパルプ処理やリンス処理に付される。リパルプ処理後にリンス処理を施してもよい。重合により生成したポリマーを溶媒でリパルプしたり、リンスすることにより、ポリマーに付着している残存モノマーや低分子量オリゴマーなどを効率よく除くことができる。また、ポリマーに対して親和性を有する高沸点溶媒が除去されるためか、後の乾燥工程などにおいてポリマー粒子表面が硬くなったり、ポリマー粒子同士の融着等を防止できる。そのため、ポリマーのレジスト溶剤に対する溶解性が著しく向上し、フォトレジスト用樹脂組成物の調製を簡易に効率よく行うことが可能となる。

リパルプ処理に用いる溶媒（リパルプ用溶媒）やリンス処理に用いる溶媒（リンス用溶媒）としては、沈殿又は再沈殿に用いるポリマーの貧溶媒が好ましい。なかでも炭化水素溶媒が特に好ましい。炭化水素溶媒としては、例えば、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの脂肪族炭化水素、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサンなどの脂環式炭化水素、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素が挙げられる。これらは2種以上混合して使用してもよい。これらのなかでも、脂肪族炭化水素、特にヘキサン若しくはヘプタン、又はヘキサン若しくはヘプタンを含む混合溶媒が好適である。

リパルプ用溶媒の使用量は、ポリマーに対して、例えば1～200重

量倍、好ましくは5～100重量倍程度である。一方、リンス溶媒の使用量は、ポリマーに対して、例えば1～100重量倍、好ましくは2～20重量倍程度である。リパルプ処理やリンス処理を施す際の温度は、用いる溶媒の種類等によっても異なるが、一般には0～100°C、好ましくは10～60°C程度である。リパルプ処理、リンス処理は適当な容器中で行われる。リパルプ処理、リンス処理はそれぞれ複数回行ってよい。処理済みの液（リパルプ液、リンス液）は、デカンテーション、濾過等により除去される。

沈殿又は再沈殿、又はさらに必要に応じてリパルプ処理、リンス処理を経て得られた湿ポリマーは乾燥処理に付される。乾燥温度は、例えば20～120°C、好ましくは40～100°C程度である。乾燥は減圧下、例えば200mmHg（26.6kPa）以下、特に100mmHg（13.3kPa）以下で行うのが好ましい。

上記方法により、重量平均分子量が3000～15000の範囲であり、且つ分子量40000を超えるポリマーの含有率が4重量%以下であるフォトトレジスト用樹脂を得ることができる。なお、重量平均分子量は、単量体組成、重合開始剤の量、重合温度、重合時間等を適宜調整することによりコントロールできる。

このようにして得られるフォトトレジスト用樹脂1gをPGMEA（プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート）19gと混合し、室温で60分間振盪して得られる樹脂濃度5重量%の樹脂混合液の濁度〔JIS K 0101（積分球式濁度）に準じる〕は、通常0～10程度であり、好ましくは0～3、さらに好ましくは0～1（特に0～0.1）程度である。

本発明のフォトトレジスト用樹脂組成物は本発明のフォトトレジスト用樹脂と共に光酸発生剤を含んでいる。光酸発生剤としては、露光により効

率よく酸を生成する慣用乃至公知の化合物、例えば、ジアゾニウム塩、ヨードニウム塩（例えば、ジフェニルヨードヘキサフルオロホスフェートなど）、スルホニウム塩（例えば、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート、トリフェニルスルホニウムメタンスルホネートなど）、スルホン酸エステル〔例えば、1-フェニル-1-(4-メチルフェニル)スルホニルオキシ-1-ベンゾイルメタン、1, 2, 3-トリスルホニルオキシメチルベンゼン、1, 3-ジニトロ-2-(4-フェニルスルホニルオキシメチル)ベンゼン、1-フェニル-1-(4-メチルフェニルスルホニルオキシメチル)-1-ヒドロキシ-1-ベンゾイルメタンなど〕、オキサチアゾール誘導体、s-トリアジン誘導体、ジスルホン誘導体（ジフェニルジスルホンなど）、イミド化合物、オキシムスルホネート、ジアゾナフトキノン、ベンゾイントシレートなどを使用できる。これらの光酸発生剤は単独で又は2種以上組み合わせて使用できる。

光酸発生剤の使用量は、光照射により生成する酸の強度やポリマー（フォトレジスト用樹脂）における各繰り返し単位の比率などに応じて適宜選択でき、例えば、ポリマー100重量部に対して0.1~30重量部、好ましくは1~25重量部、さらに好ましくは2~20重量部程度の範囲から選択できる。

フォトレジスト用樹脂組成物は、アルカリ可溶性樹脂（例えば、ノボラック樹脂、フェノール樹脂、イミド樹脂、カルボキシル基含有樹脂など）などのアルカリ可溶成分、着色剤（例えば、染料など）、有機溶媒（例えば、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、アルコール類、エステル類、アミド類、ケトン類、エーテル類、セロソルブ類、カルビトール類、グリコールエーテルエステル類、これらの混合溶媒など）などを含

んでいてもよい。

本発明のフォトレジスト用樹脂組成物は、本発明のフォトレジスト用樹脂を溶媒（フォトレジスト用の溶剤）に溶解させることにより調製できる。より具体的には、本発明のフォトレジスト用樹脂をそのまま、又  
5 は必要に応じて適宜な精製処理を施した後、有機溶媒中に入れ、光酸発生剤などとともに攪拌混合することによりフォトレジスト用樹脂組成物を得ることができる。

こうして得られるフォトレジスト用樹脂組成物を基材又は基板上に塗布し、乾燥した後、所定のマスクを介して、塗膜（レジスト膜）に光線  
10 を露光して（又は、さらに露光後ペークを行い）潜像パターンを形成し、次いで現像することにより、微細なパターンを高い精度で形成できる。  
。

基材又は基板としては、シリコンウェハ、金属、プラスチック、ガラス、セラミックなどが挙げられる。フォトレジスト用樹脂組成物の塗布  
15 は、スピンドルコータ、ディップコータ、ローラコータなどの慣用の塗布手段を用いて行うことができる。塗膜の厚みは、例えば $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、好ましくは $0.3 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度である。

露光には、種々の波長の光線、例えば、紫外線、X線などが利用でき、半導体レジスト用では、通常、g線、i線、エキシマレーザー（例えば、XeCl、KrF、KrCl、ArF、ArClなど）などが使用される。露光エネルギーは、例えば $1 \sim 1000 \text{ mJ/cm}^2$ 、好ましくは $10 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ 程度である。

光照射により光酸発生剤から酸が生成し、この酸により、例えばフォトレジスト用樹脂の酸の作用によりアルカリ可溶となる繰り返し単位（  
25 酸脱離性基を有する繰り返し単位）のカルボキシル基等の保護基（脱離性基）が速やかに脱離して、可溶化に寄与するカルボキシル基等が生成

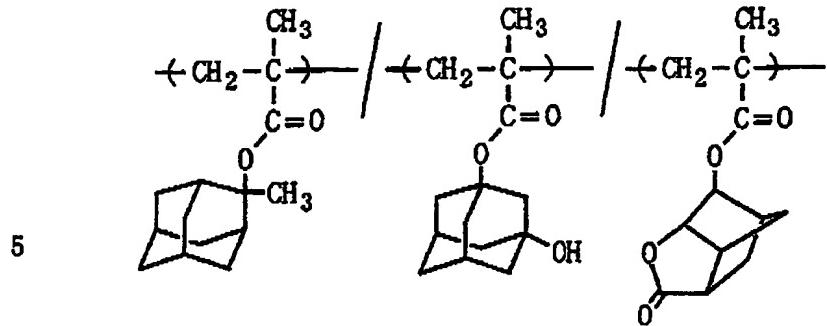
する。そのため、水又はアルカリ現像液による現像により、所定のパターンを精度よく形成できる。

### 実施例

5 以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により何ら限定されるものではない。なお、化合物番号（モノマー番号）の後ろに「アクリレート」とあるのは、明細書中に記載の化合物番号に相当する2つの化合物のうちアクリロイルオキシ基を有する化合物を示し、「メタクリレート」とあるのは、前記2つの化合物のうちメタクリロイルオキシ基を有する化合物を示す。重量平均分子量 ( $M_w$ )、分子量分布 ( $M_w/M_n$ )、分子量40000を超えるポリマーの含有率は、検出器として屈折率計 (R I) を用い、溶離液としてテトラヒドロフラン (THF) を用いたGPC測定により、標準ポリスチレン換算で求めた。GPC測定は昭和電工(株)製カラム「Shodex 10 KF-806L」(商品名)を3本直列につないだものを使用し、試料濃度0.5%、サンプル注入量 $35\mu l$ 、カラム温度40°C、R I温度40°C、溶離液の流速 $0.8 ml/min$ 、分析時間60分の条件で行った。GPC測定装置として、(株)島津製作所製の「GPCLC-10A」を用いた。

#### 実施例 1

20 下記構造のフォトレジスト用樹脂の製造



攪拌機、温度計、還流冷却管、2つの滴下用容器、及び窒素導入管を備えた反応容器に、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）を2500g仕込み、77℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン（HMA）[化合物番号[2-5]（メタクリレート）]500g、5-メタクリロイルオキシ-2,6-ノルポルナンカルボラクトン（MNB-L）[化合物番号[2-10]]（メタクリレート）]500g、及び2-メタクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン（2MMA）[化合物番号[1-1]（メタクリレート）]500gを、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）4000gに溶解した単量体溶液と、ジメチル-2',2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート)（開始剤；和光純薬工業製、V-601）93gをプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）900gに溶解した重合開始剤溶液とを、別々の滴下用容器から、それぞれ定量ポンプを用いて、反応容器内に6時間かけて滴下した。滴下開始後徐々に温度が下がり始めたところで、制御系の設定温度を徐々に75℃とし、以後75℃を設定温度とした。液温は滴下開始から10分の間に77℃から75℃まで下がった。そして、滴下開始して10分後から6時間後までは、重合温度（反応の液温）は75℃±1℃以内に制御できた。滴下終了後、2時間同温度で熟成した。重合液を65000gのヘプタンと21500gの酢酸エチルの混

合溶液中に常温で滴下し、30分攪拌後90分静置した。上澄み液を抜き取り、その残渣にヘプタン64000gを加えて、常温でリパルプ操作を実施した。この操作は計2回行った。上澄み液を抜き取った後の残渣を遠心分離機に移液し、遠心力により脱液を行い、湿ポリマーを得た  
5。この湿ポリマーに6500gのヘプタンを加え、遠心分離機中でリンスを行い、リンス液を除去した。得られた湿ポリマーを取り出し、20mmHg(2.66kPa)、50℃にて減圧乾燥し、所望の樹脂を1100g得た。回収した樹脂をGPC分析したところ、重量平均分子量(M<sub>w</sub>)は9100、分子量分布(M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub>)は1.8であった。また、分子量40000を超えるポリマーの含有率は1.2重量%であった。  
10

## 実施例2

### 実施例1と同じ構造のフォトレジスト用樹脂の製造

攪拌機、温度計、還流冷却管、2つの滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEA)を25g導入し、77℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン(HMA) [化合物番号[2-5] (メタクリレート)] 5g、5-メタクリロイルオキシー-2, 6-ノルボルナンカルボラクトン(MNBL) [化合物番号[2-10] (メタクリレート)] 5g、及び2-メタクリロイルオキシー-2-メチルアダマンタン(2MMA) [化合物番号[1-1] (メタクリレート)] 5gをプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEA) 40gに溶解した単量体溶液と、ジメチル-2, 2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート)(開始剤; 和光純薬工業製、V-601)  
20) 0.93gをプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEA) 9gに溶解した重合開始剤溶液とを、別々の滴下ロートか  
25)

らフラスコ内に 6 時間かけて滴下した。滴下開始後徐々に温度が下がり始めたところで、制御系の設定温度を徐々に 75 ℃とし、以後 75 ℃を設定温度とした。液温は滴下開始から 10 分の間に 77 ℃から 75 ℃まで下がった。そして、滴下開始して 10 分後から 6 時間後までは、重合 5 温度（反応の液温）は 75 ℃±1 ℃以内に制御できた。滴下終了後、2 時間同温度で熟成した。重合液を 650 g のヘプタンと 215 g の酢酸エチルの混合溶液中に常温で滴下し、30 分攪拌後 90 分静置した。上澄み液を抜き取り、その残渣にヘプタン 640 g を加えて、常温でリパルプ操作を実施した。この操作は計 2 回行った。上澄み液を抜き取った 10 後の残渣を遠心分離機に移液し、遠心力により脱液を行い、湿ポリマーを得た。この湿ポリマーに 65 g のヘプタンを加え、遠心分離機中でリ 15 ヌスを行い、リヌス液を除去した。得られた湿ポリマーを取り出し、20 mmHg (2. 66 kPa) 、50 ℃にて減圧乾燥し、所望の樹脂を 11 g 得た。回収した樹脂を GPC 分析したところ、重量平均分子量 (M<sub>w</sub>) は 9100 、分子量分布 (M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub>) は 1.8 であった。また、分子量 40000 を超えるポリマーの含有率は 1.2 重量% であった。

### 比較例 1

#### 実施例 1 と同じ構造のフォトレジスト用樹脂の製造

20 搅拌機、温度計、還流冷却管、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) を 33 g 導入し、75 ℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン (HMA) [化合物番号 [2-5] (メタクリレート)] 5 g 、5-メタクリロイルオキシ-2, 25 6-ノルボルナンカルボラクトン (MNBL) [化合物番号 [2-10] (メタクリレート)] 5 g 、2-メタクリロイルオキシ-2-メチルアダ

マンタン (2MMA) [化合物番号 [1-1] (メタクリレート)] 5 g  
 と、ジメチル-2, 2' -アゾビス (2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、V-601) 0. 93 g と、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) 41 g の混合溶液を  
 5 滴下ロートから 6 時間かけて滴下した。制御系の設定温度を 75 °C として温度制御を行ったが、滴下開始時に液温が大きく下降して 70 °C 未満となり、単量体及び重合開始剤を含む混合溶液の全滴下時間 (6 時間)  
 10 ) のうち滴下初期の 30 分間 (全滴下時間の 8. 3 %) 、重合温度 (反応の液温) の振れ幅が設定温度 75 °C に対して ± 5 °C の範囲を逸脱して  
 いた。なお、滴下開始後 30 分以降は 75 °C ± 1 °C 以内に制御できた。  
 滴下終了後、2 時間同温度で熟成した。重合液を 650 g のヘプタンと  
 215 g の酢酸エチルの混合溶液中に常温で滴下し、30 分攪拌後 90  
 分静置した。上澄み液を抜き取り、その残渣にヘプタン 640 g を加え  
 15 て、常温でリバルブ操作を実施した。この操作は計 2 回行った。上澄み液を抜き取った後の残渣を遠心分離機に移液し、遠心力により脱液を行い、湿ポリマーを得た。この湿ポリマーに 65 g のヘプタンを加え、遠心分離機中でリンスを行い、リンス液を除去した。得られた湿ポリマー  
 20 を取り出し、20 mmHg (2. 66 kPa) 、50 °C にて減圧乾燥し、所望の樹脂を 10 g 得た。回収した樹脂を GPC 分析したところ、重量平均分子量 ( $M_w$ ) は 9700 、分子量分布 ( $M_w/M_n$ ) は 3. 1 であった。また、分子量 40000 を超えるポリマーの含有率は 4. 7 重量% であった。

#### 評価試験

上記実施例及び比較例で得られた各樹脂について、樹脂 1 g を PGMEA (プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート) 19 g と  
 25 混合し、室温で 60 分間振盪して、樹脂濃度 5 重量% の樹脂混合液を調

製した。この樹脂混合液の濁度を、濁色計〔商品名「NDH 300A」、日本電色工業（株）製〕を用い、J I S K 0 1 0 1（積分球式濁度）に準じて測定した。その結果、実施例1及び2で得られた樹脂の濁度は0.0であり、比較例1で得られた樹脂の濁度は13.3であり、両者に大きな差が認められた。

10

15

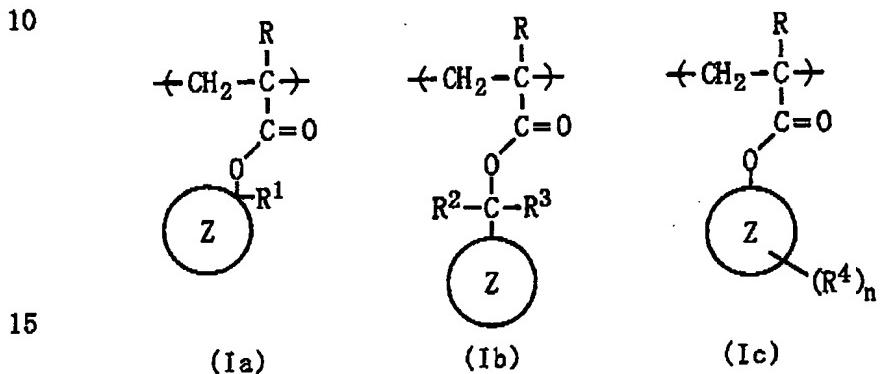
20

25

## 請求の範囲

1. 酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aと、極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位Bとを少なくとも含有するフォトレジスト用樹脂であって、重量平均分子量が3000～15000の範囲であり、且つ分子量40000を超えるポリマーの含有率が4重量%以下であることを特徴とするフォトレジスト用樹脂。

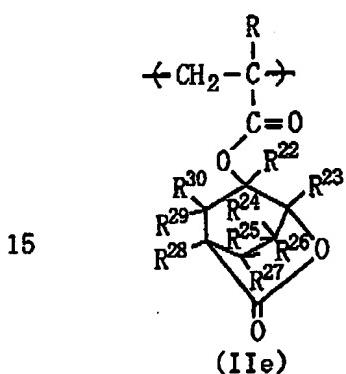
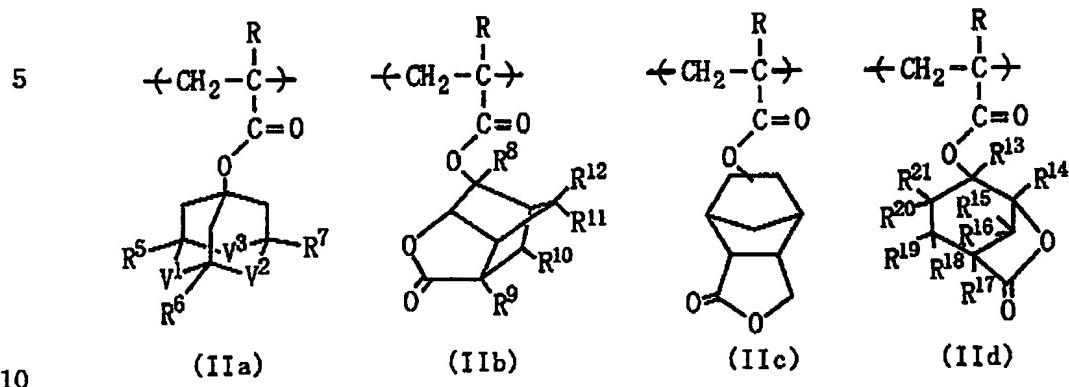
2. 繰り返し単位Aが、下記式(Ia)～(Ic)



(式中、環Zは置換基を有していてもよい炭素数6～20の脂環式炭化水素環を示す。Rは水素原子又は炭素数1～6のアルキル基を示す。R<sup>1</sup>～R<sup>3</sup>は、同一又は異なって、炭素数1～6のアルキル基を示す。R<sup>4</sup>は環Zに結合している置換基であって、同一又は異なって、オキソ基、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。但し、n個のR<sup>4</sup>のうち少なくとも1つは、-COOR<sup>5</sup>基を示す。前記R<sup>5</sup>は置換基を有していてもよい第3級炭化水素基、テトラヒドロフラニル基、テトラヒドロピラニル基、又はオキセパニル基を示す。nは1～3の整数を示す)

から選択された少なくとも1種の繰り返し単位である請求の範囲第1項に記載のフォトレジスト用樹脂。

3. 繰り返し単位Bが、下記式 (II a) ~ (II e)



(式中、Rは水素原子又は炭素数1～6のアルキル基を示す。R<sup>5</sup>～R<sup>7</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示し、V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>は、同一又は異なって、-CH<sub>2</sub>-、-CO-又は-COO-を示す。但し、(i) V<sup>1</sup>～V<sup>3</sup>のうち少なくとも1つは-CO-若しくは-COO-であるか、又は(ii) R<sup>6</sup>～R<sup>7</sup>のうち少なくとも1つは、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、又は保護基で保護されていてもよいカ

ルボキシル基である。R<sup>8</sup>～R<sup>12</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>13</sup>～R<sup>21</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す。R<sup>22</sup>～R<sup>30</sup>は、同一又は異なって、水素原子、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示す)

から選択された少なくとも1種の繰り返し単位である請求の範囲第1項又は第2項に記載のフォトレジスト用樹脂。

4. 請求の範囲第1項～第3項の何れかの項に記載のフォトレジスト用樹脂と光酸発生剤とを溶媒に溶解して得られるフォトレジスト用樹脂組成物。

5. 請求の範囲第1項～第3項の何れかの項に記載のフォトレジスト用樹脂を溶媒に溶解させる工程を含むフォトレジスト用樹脂組成物の製造法。

## 要 約 書

本発明のフォトレジスト用樹脂は、酸によりその一部が脱離してアルカリ可溶性となる基を含む繰り返し単位Aと、極性基を有する脂環式骨格を含む繰り返し単位Bとを少なくとも含有するフォトレジスト用樹脂であって、重量平均分子量が3000～15000の範囲であり、且つ分子量40000を超えるポリマーの含有率が4重量%以下であることを特徴とする。樹脂の分子量分布( $M_w/M_n$ )は、例えば1.1～3.0、好ましくは1.5～2.5程度である。

10

15

20

25